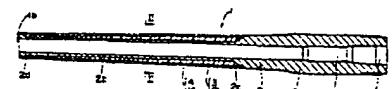

1) GUN BARREL AND MANUFACTURE THEREOF
1) 6-101993 (A) (43) 12.4.1994 (19) JP
1) Appl. No. 4-273429 (22) 18.9.1992
1) JAPAN STEEL WORKS LTD. THE (72) KAZUO NOYA
1) Int. Cl³. F41A21/02, F41A21/20, F41A21/22

PPOSE: To enhance shock resistance, roughness and fracture resistance by forming a carbon fiber-reinforced plastic layer on an outer periphery of a thin part for forming an end side of a gun barrel body made of steel, and covering it with a protective layer of glass fiber-reinforced plastic layer, etc.

STITUTION: A gun barrel of a warfare gun, a machine gun, etc., is formed by forming a carbon fiber-reinforced plastic layer 3 on an outer periphery of gun barrel body 2 formed in a cylindrical state of ultrahigh strength steel, and covering it with a protective layer 4 made of a glass fiber-reinforced plastic layer or aramid fiber-reinforced plastic layer. The body 2 has a thick part formed at a base end including at least a gunpowder chamber 5 and a thin part 2b formed at an end side to be thinner than the part 2a. The layers 3, are wound on the parts 2b. In this case, the layer 3 is formed of filament winding, and then the layer 4 is similarly formed of the filament winding, thereby manufacturing the gun barrel.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-101993

(43)公開日 平成6年(1994)4月12日

(51)Int.Cl.⁵

F 41 A 21/02
21/20
21/22

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-273429

(22)出願日

平成4年(1992)9月18日

(71)出願人 000004215

株式会社日本製鋼所

東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

(72)発明者 野家 和雄

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本
製鋼所内

(74)代理人 弁理士 前田 宏之

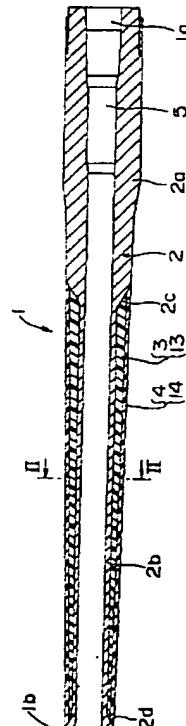
(54)【発明の名称】 砲身及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 砲身及びその製造方法の提供。

【構成】 発射装薬が装着される薬室部5を少なくとも含む基端部を厚肉部2aとし、厚肉部2aよりも先端側を薄肉部2bとする筒状をなす砲身本体2を鋼製とし、薄肉部2bの外周面に、炭素繊維強化プラスチック層3、13を形成し、炭素繊維強化プラスチック層3、13の上に、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層4、14を被覆形成する。

【効果】 鋼のみを材料とする従来砲に比して、同等の強度を確保しながら軽量化を図ることができる。加えて、繊維強化プラスチックによる複層構造を与えてるので、耐衝撃性及び韌性に優れ、繊維強化プラスチック層の耐破壊性が向上する。その結果、砲身の運用条件に充分に合致する砲身が得られ、火砲の信頼性が向上する。勿論、砲身への被弾に対しても、耐力が向上する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、炭素繊維強化プラスチック層を形成し、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を被覆形成することを特徴とする砲身。

【請求項 2】 発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、可塑化した熱可塑性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層を、フィラメントワインディングによつて形成し、その後、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、可塑化した熱可塑性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を、フィラメントワインディングによつて被覆形成、次いで冷却工程を施して該炭素繊維強化プラスチック層及び該保護層を硬化させることを特徴とする砲身の製造方法。

【請求項 3】 発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、熱硬化性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層を、フィラメントワインディングによつて形成し、その後、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、熱硬化性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を、フィラメントワインディングによつて被覆形成し、次いで加熱工程を施して該炭素繊維強化プラスチック層及び該保護層を硬化させることを特徴とする砲身の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、砲身及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術及びその課題】 野戦砲、機関砲等の火砲の砲身は、一般に超高張力鋼のみを材料としているため、重量物である。しかして、近時、火砲の旋回性能の向上、ヘリコプター等による輸送の迅速性等が求められ、砲身の軽量化が要請されている。このため、従来、砲身鋼の強度を向上させ、可及的に薄肉化することによつて軽量化している。しかしながら、砲身鋼の高強度化に伴つて韌性の低下、被切削性の悪化等の問題を生じることから、砲身鋼の高強度化による軽量化もほぼ限界に達しており、更なる火砲の軽量化はこの面からは困難な現状にある。

【0003】

【課題を解決するための手段】 本発明は、このような従来の技術的課題に鑑みてなされたものであり、請求項 1 の構成は、発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、炭素繊維強化プラスチック層を形成し、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を被覆形成することを特徴とする砲身である。そして、請求項 2 の構成は、発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、可塑化した熱可塑性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層を、フィラメントワインディングによつて形成し、その後、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、可塑化した熱可塑性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を、フィラメントワインディングによつて被覆形成、次いで冷却工程を施して該炭素繊維強化プラスチック層及び該保護層を硬化させることを特徴とする砲身の製造方法である。また、請求項 3 の構成は、発射装薬が装着される薬室部を少なくとも含む基端部を厚肉部とし、該厚肉部よりも先端側を薄肉部とする筒状をなす砲身本体を鋼製とし、該薄肉部の外周面に、熱硬化性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層を、フィラメントワインディングによつて形成し、その後、該炭素繊維強化プラスチック層の上に、熱硬化性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を、フィラメントワインディングによつて被覆形成し、次いで加熱工程を施して該炭素繊維強化プラスチック層及び該保護層を硬化させることを特徴とする砲身の製造方法である。

【0004】

【作用】 このような砲身は、薬室部に発射装薬を挿入すると共に砲身本体内に弾丸を装着した状態で、発射装薬に火管によつて点火し、弾丸を発射ガスによつて砲身から発射させる。しかして、発射装薬の燃焼による温度上昇及び発射ガスの圧力上昇に基づき、砲身にエロージョンを生ずるが、砲身内面は鋼にて製作されて耐エロージョン性に優れると共に、発射ガスによつて高圧となる薬室部を少なくとも含む基端部を鋼製の厚肉部としてあるので、弾丸の発射に対する砲身の強度不足を生ずることがなく、その耐久性が確保される。

【0005】 一方、砲身本体の先端側は鋼製の薄肉部としてあるが、この部分には発射装薬の燃焼による温度上昇及び発射ガスの圧力上昇が厚肉部と比較して軽減されるので、薄肉部に巻き付けた炭素繊維強化プラスチック層及び保護層の作用と相まって、砲身の強度が確保さ

れ、その耐久性が得られる。また、鋼製の薄肉部に、炭素繊維強化プラスチック層とガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層とを複層化させて形成したので、比強度に優れる炭素繊維強化プラスチック層の弱点である耐衝撃性が、この保護層によつて付与される。かくして、鋼のみを材料とする従来砲と比較して、厚さ、長さ等の大きさをほぼ同じとして同等の強度を確保しながら、砲身の重量を約25%軽量化することができる。

【0006】そして、このような砲身は、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂を使用してフィラメントワインディングによつて製造することができる。薄肉部の外周面に、フィラメントワインディングにより、可塑化した熱可塑性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層、及び可塑化した熱可塑性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を順次に形成すれば、熱硬化性樹脂を使用するものに比し、成形サイクルが短く、量産に適するため、低コストとなると共に、再加熱による再溶融が可能があるので、損傷を受けた場合の修復作業が容易である。

【0007】また、薄肉部の外周面に、フィラメントワインディングにより、熱硬化性樹脂と炭素繊維とを使用する炭素繊維強化プラスチック層、及び熱硬化性樹脂とガラス繊維又はアラミド繊維とを使用するガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層を順次に形成すれば、炭素繊維強化プラスチック層及び保護層の温度上昇に伴う軟化を良好に防止することができる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1～図4は、熱可塑性樹脂を使用する本発明に係る砲身の1実施例を示す。砲身1は、 130Kg f/mm^2 級超高張力鋼にて筒状に形成した砲身本体2と、砲身本体2の外周面に形成した炭素繊維強化プラスチック層3と、この炭素繊維強化プラスチック層3の上に被覆形成した保護層4とかなる。

【0009】砲身本体2は、発射装薬が装着される薬室部5及びその付近、つまり薬室部5を少なくとも含む基端部を厚肉部2aとし、厚肉部2aよりも先端側を薄肉部2bとする。厚肉部2aと薄肉部2bとの外周面の間は、滑らかなテーパー面2cにて接続し、かつ、砲身本体2の先端部である薄肉部2bの外周面の先端部は、滑らかなテーパー面2dにて接続させて次第に厚肉に形成し、炭素繊維強化プラスチック層3及び保護層4を薄肉部2bに巻付ける際に、緊密な巻付けが容易になれる形状を与えてある。保護層4は、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる。

【0010】この砲身本体2の底部1aは閉塞され、前

端部が砲口1bを形成し、砲身本体2の内底部に発射装薬が挿入される薬室部5を形成するので、薬室部5及びその付近を厚肉部2aとし、耐圧性を確保すると共に、発射によるエロージョンの影響を確実に防止させる。

【0011】次に、このような砲身1の熱可塑性樹脂を使用する製造方法について説明する。図3に示すように例えば旋盤式のフィラメントワインディング機の一対のクランプ6a、6bに砲身本体2を挟着し、砲身本体2にその中心軸線回りの回転を与える。この状態で、薄肉部2bの外周面にプリプレグ7を所定の張力を与えながら巻き付ける。このプリプレグ7は、連続繊維からなる炭素繊維（カーボンフィラメント）に硬化剤を配合した熱可塑性樹脂（例えばナイロン12）を含浸させて乾燥し、半硬化状態にした成形材である。

【0012】そして、薄肉部2bに巻き付けるプリプレグ7は、図4に示すように水素ガスを燃焼させて形成した火炎8（約170℃）にて、酸化防止を兼ねて加熱して可塑化状態で供給し、押えローラ10によつて押し付けながら、薄肉部2bの全長に亘つて付着させる。薄肉部2bに万遍なくプリプレグ7が巻付けられたならプリプレグ7の巻付けを終了し、冷却工程を施して熱可塑性樹脂を硬化させ、炭素繊維強化プラスチック層3とする。厚肉部2aと薄肉部2bとの間、及び、薄肉部2bの先端部は、滑らかなテーパー面2c、2dにて接続させ、次第に厚肉に形成してあるので、薄肉部2bに炭素繊維強化プラスチック層3を緊密に巻付けることができる。この炭素繊維強化プラスチック層3は、砲身本体2の先端部のテーパー面2dから厚肉部2aに接続するテーパー面2cに向けて、図1に示すように次第に厚肉となるように形成し、薬室部5における燃焼ガス圧を強く受ける厚肉部2a側の強度を次第に高めてある。

【0013】その後、炭素繊維強化プラスチック層3の上に、同じくプリプレグを使用するフィラメントワインディングによつて、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層4を被覆形成する。通常の炭素繊維強化プラスチック層3は、 $T S = 190\text{Kg f/mm}^2$ 、ヤング率=23000Kg f/mm²、比重=1.6程度で、比強度が高いが、砲身1の苛酷な使用環境における耐衝撃性に劣る。しかして、保護層4は、炭素繊維強化プラスチック層3の耐衝撃性を改善するために形成するものであり、耐衝撃性に優れるガラス繊維又はアラミド繊維を補強材として、薄肉部2bの中心軸線方向にはほぼ均一厚さにて形成する。樹脂は、熱可塑性樹脂を使用する。

【0014】次に、熱硬化性樹脂を使用する砲身1の製造方法について図1～図3及び図5～図7を参照して説明する。この場合、熱可塑性樹脂を使用するときと同様に砲身本体2にその中心軸線回りの回転を与え、カーボンフィラメントに熱硬化性樹脂を含浸させて半硬化状態にしたプリプレグ17を、図3に示すように所定の張力

を与えながら薄肉部2bに巻き付ける。薄肉部2bに巻き付けたプリブレグ17は、図1に示すように砲身本体2の先端部のテーパ一面2dから厚肉部2aに接続するテーパ一面2cに向けて、次第に厚肉となるように形成する。

【0015】その後、薄肉部2bに巻き付けたプリブレグ17の上に、同じくプリブレグを使用するフィラメントワインディングによつて、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層14を被覆形成する。保護層14は、耐衝撃性に優れるガラス繊維又はアラミド繊維を補強材として熱硬化性樹脂を使用し、ほぼ均一厚さを与えてある。

【0016】次いで、保護層14を形成した砲身本体2を可撓性容器に入れ、オートクレーブによる加熱によつて熱硬化性樹脂を硬化させ、炭素繊維強化プラスチック層13及び保護層14を形成する。オートクレーブによる硬化サイクルの1例を図5～図7に示す。すなわち、図5に示すように温度を所定時間毎に2.2～2.8℃/minにて上昇させ、202℃、248℃及び316℃において所定時間保持した後、冷却する。その間、可撓性容器内の真空度を図7に示すように制御すると共に、可撓性容器外の圧力を図6に示すように制御し、空気や蒸発成分を除去し、団結及び硬化させる。このようにして、薄肉部2bの外周面に、熱硬化性樹脂を使用する炭素繊維強化プラスチック層13を形成し、この炭素繊維強化プラスチック層13の上に、保護層14を被覆形成した砲身1が製造される。

【0017】この砲身1は、薬室部5に発射装薬を挿入すると共に砲身本体2内に弾丸を装着した状態で、発射装薬に火管によつて点火し、その発射ガスによつて弾丸を砲身1から発射させて使用される。しかして、発射装薬の燃焼による温度上昇及び発射ガスの圧力上昇に基づき、砲身本体2の内面にエロージョンを生ずるが、砲身本体2を超高張力鋼を材料として形成すると共に、特に薬室部5を少なくとも含む基端部を厚肉部2aとしてあるので、弾丸の発射に対する砲身1の強度不足を生ずることがなく、その耐久性が確保される。熱硬化性樹脂を使用すれば、熱による軟化が良好に防止される。

【0018】一方、砲身本体2の先端側は薄肉部2bとしてあるが、この部分には発射装薬の燃焼による温度上昇及び発射ガスの圧力上昇が厚肉部2aと比較して軽減されるので、薄肉部2bに巻き付けた炭素繊維強化プラスチック層3、13及び保護層4、14の作用と相まつて、砲身1の強度が確保され、その耐久性が得られる。また、鋼製の薄肉部2bに、炭素繊維強化プラスチック層3、13とガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層からなる保護層4、14とを

複層化せて形成したので、比強度に優れる炭素繊維強化プラスチック層3、13の弱点である耐衝撃性が、この保護層4、14によつて付与される。

【0019】かくして、鋼のみを材料とする従来砲と比較して、厚さ、長さ等の大きさをほぼ同じとして同等の強度を確保しながら、重量を約25%だけ軽量化することができる。また、熱可塑性樹脂を使用すれば、熱硬化性樹脂を使用するものに比して、成形サイクルが短くなつて量産に適し、低コストになると共に、再加熱による再溶融が可能であるため、損傷を受けた場合の修復が容易である。ところで、上記の実施例にあつては、プリブレグを使用するフィラメントワインディングによつて、炭素繊維強化プラスチック層3、13及び保護層4、14を形成したが、樹脂槽内の溶融樹脂に炭素繊維又はガラス繊維若しくはアラミド繊維を浸漬させた後に、これを砲身本体2の薄肉部2bに巻き付けることもできる。

【0020】

【発明の効果】以上の説明によつて理解されるように、本発明に係る砲身によれば、鋼のみを材料とする従来砲に比して、同じ大きさとして同等の強度を確保しながら軽量化を図ることができる。加えて、炭素繊維強化プラスチック層の上に、ガラス繊維強化プラスチック層又はアラミド繊維強化プラスチック層を被覆形成することにより、繊維強化プラスチックによる複層構造を与えてあるので、耐衝撃性及び韌性に優れ、繊維強化プラスチック層の耐破壊性が向上する。その結果、砲身の運用条件に充分に合致する砲身が得られ、火砲の信頼性が向上する。勿論、砲身への被弾に対しても、耐力が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1実施例に係る砲身を示す断面図。

【図2】 同じく図1のI—I—I—I線断面を拡大して示す図。

【図3】 同じく製造工程を示す断面図。

【図4】 同じく製造工程を示す図。

【図5】 同じくオートクレーブの温度-時間特性を示す線図。

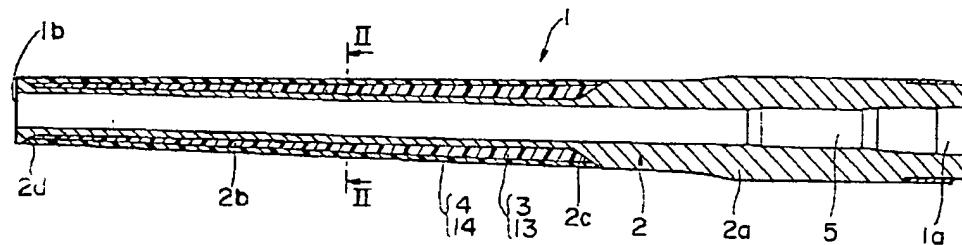
【図6】 同じくオートクレーブの圧力-時間特性を示す線図。

【図7】 同じくオートクレーブの真空度-時間特性を示す線図。

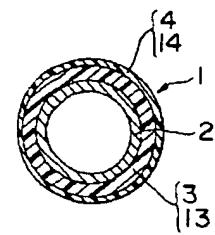
【符号の説明】

1：砲身、1a：底部、1b：砲口、2：砲身本体、2a：厚肉部、2b：薄肉部、2c、2d：テーパ一面、3、13：炭素繊維強化プラスチック層、4、14：保護層、5：薬室部、7、17：プリブレグ、8：火炎、10：押えローラ。

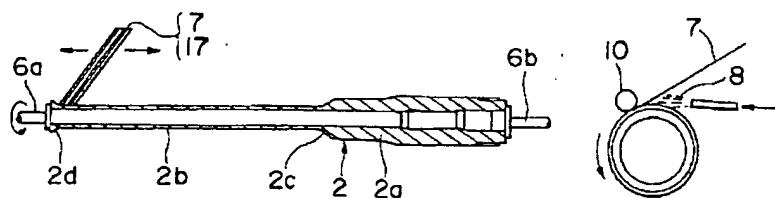
【図1】



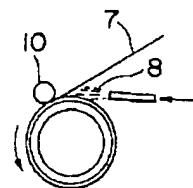
【図2】



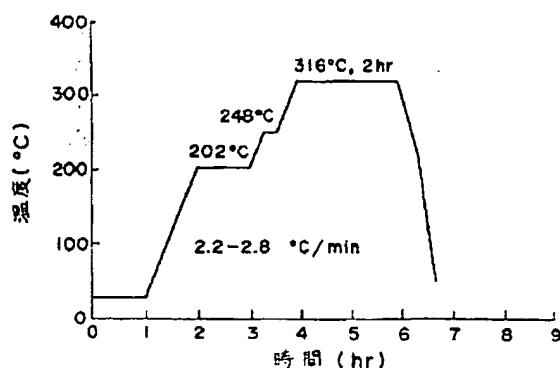
【図3】



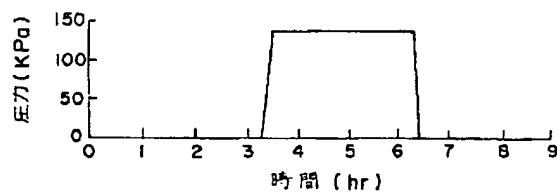
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

